

PROTOTYPE SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA GEMPA BUMI DAN TSUNAMI BERBASIS INTERNET OF THINGS

Siswanto¹, Ngatono², Samidi Febri saputra³

¹Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya

²Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya
fitrakbar06@gmail.com¹, ngatono077@gmail.com²

Abstract - Indonesia terletak pada pertemuan lempeng tektonik aktif, jalur pegunungan aktif, dan kawasan beriklim tropik, sehingga menjadikan sebagian besar wilayahnya rawan terhadap bencana alam. Bencana seperti gempa bumi, banjir, kebakaran hutan, badai angin, tanah longsor dan lain-lainnya, selalu menimbulkan kerugian baik berupa materi, psikologi juga bisa menyebabkan terjadinya korban jiwa, jika gempa bumi dibawah laut terjadi dengan kekuatan gempa 8,0 magnitudo dapat menyebabkan tsunami, Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sistem yang dapat memberikan informasi peringatan dini bencana yang dapat di *monitoring* menggunakan *internet of things* untuk menghindari terjadinya kerugian yang lebih besar dan memberikan peluang melakukan penyelamatan diri sehingga kerugian bisa diminimalisasi, Metode penelitian riset dan pengembangan dengan teknik mengumpulkan data penelitian sebelumnya, Hasil dari penelitian berupa sebuah alat prototype alat pendeksi gempa dan tsunami berbasis *internet of things* dengan *mikrokontroler* ESP8266 dilengkapi sensor modul SW-420 sebagai sensor pendeteksi getaran dan sensor *funduino water level* sebagai sensor ketinggian air laut yang sudah terkoneksi dengan internet dan dapat di *monitoring* melalui aplikasi *blynk smartphone*, diharapkan dapat memberikan solusi dalam memberikan tindakan secara cepat dalam upaya penanggulangan bencana alam, khususnya gempa bumi dan gelombang tinggi tsunami sehingga dapat dilakukan upaya tindakan dan penanggulangan resiko akibat bencana alam secara cepat dan akurat.

Kata Kunci: Bencana, ESP8266, Sensor modul sw-420, Funduino sensor level, dan Buzzer

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara rawan gempa, karena secara geografis indonesia terlatak pada pertemuan empat lempeng tektonik yaitu lempeng benua Asia, lempeng benua Australia, lempeng samudra Hindia, dan lempeng samudra Pasifik. Untuk itu Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana tsunami. selalu menimbulkan kerugian baik berupa materi, psikologi juga bisa menyebabkan terjadinya korban jiwa. Berikut tabel bencana besar gempa dan tsunami di indonesia.

Table 1.1 Bencana gempa dan tsunami besar di indonesia

Wilayah	Tahun	Kekuatan	Jenis Bencana	Korban jiwa
Aceh	2004	9,0 Magnitudo	Gempa & tsunami	283.000
Yogyakarta	2006	5,9 SR	Gempa	40.700
Sumatera	2005	8,6 Magnitudo	Gempa	1.300
Padang	2009	7,6 SR	Gempa	4.000
Jawa Barat	2017	6,9 SR	Gempa	1.000
Palu-Donggala	2018	7,2 SR	Gempa & tsunami	3.000

Sumber : <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/katalog-gempabumi.signifikan.bmkg>

Untuk mengindari terjadinya kerugian yang lebih besar diperlukan suatu upaya peringatan dini bencana dan sistem informasi manajemen bencana untuk memberikan peluang melakukan penyelamatan diri sehingga kerugian bisa diminimalisasi.

Untuk peringatan dini bencana alam diperlukan teknologi yang sesuai. Salah satu teknologi yang sering dipakai dalam pembuatan sistem berbasis teknologi terbaru adalah system informasi peringatan bencana berbasis *Internet of Thing* (IoT) yang memiliki banyak kelebihan diantaranya bisa bekerja otomatis, bekerja *realtime* 24 jam, yang nantinya data-data yang masuk dapat digunakan untuk antisipasi bencana di daerah-daerah lainnya dan juga bisa diintegrasikan dengan alat *input output* untuk dilakukan tindakan secara otomatis, sehingga penanganan maupun penanggulangan bencana dapat diantisipasi secepat mungkin Sistem seperti ini sangat menarik dan akan sangat berguna apabila dapat diterapkan di seluruh daerah di Indonesia, tidak terbatas hanya perkotaan. Bagi negara-negara yang rentan bencana alam seperti Indonesia, *Internet of Thing* bisa digunakan dalam sistem peringatan bencana seperti gempa bumi, kebakaran, badai dan tsunami. dengan membuat prototype alat pendeteksi dan peringatan dini bencana gempa berpotensi tsunami berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan esp8266,

sensor ketinggian air, dan sensor getar agar dapat mengantisipasi bencana gempa dan tsunami.

2.2.1 Internet of things

IoT (*Internet of Thing*) dapat didefinisikan kemampuan berbagai device yang bisa saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga bisa dikatakan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet (Hardyanto, 2017).

2.2.2 Jenis – jenis gempa bumi

Gempa Tektonik adalah yang paling umum terjadi. Ini terjadi ketika batuan di kerak bumi pecah karena gaya geologi yang diciptakan oleh pergerakan lempeng tektonik. Gempa bumi tektonik dijelaskan oleh “*elastic rebound theory*” yang dirumuskan oleh ahli geologi Amerika Harry Fielding Reid setelah Patahan San Andreas pecah pada tahun 1906, yang menghasilkan gempa bumi besar San Francisco. Menurut teori tersebut, gempa bumi tektonik terjadi ketika regangan pada massa batuan telah terakumulasi ke titik di mana tegangan yang dihasilkan melebihi kekuatan batuan, dan menghasilkan patahan. Patahan menyebar dengan cepat melalui batuan, biasanya mengarah ke sepanjang zona lemah.

Gempa vulkanik adalah gempa jenis ini terjadi sehubungan dengan aktivitas vulkanik. Gempa vulkanik dapat ditimbulkan akibat sesar tektonik maupun pergerakan magma di gunung berapi. Hal ini dapat menjadi peringatan dini dari letusan gunung berapi, seperti selama letusan Gunung St. Helens tahun 1980. Kawanan gempa dapat menjadi penanda lokasi aliran magma di seluruh gunung berapi. Aktifitas ini dapat direkam oleh seismometer dan digunakan sebagai sensor untuk memprediksi letusan yang akan terjadi atau akan datang.

2.2.3 Skala richter

Skala Richter pertama kali diciptakan oleh Charles Richter pada tahun 1934. Skala Richter atau biasa disingkat SR menjadi skala gempa bumi yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Dikutip dari Survei Geologi Amerika Serikat, skala Richter juga dikenal dengan sebutan Magnitudo Lokal atau ML. Dasar perhitungan gempa menggunakan skala Richter menggunakan amplitudo. Namun perhitungan ini memiliki kelemahan yakni tidak dapat menggambarkan energi secara lengkap pada gempa terutama saat gempa bumi berada di atas kekuatan 6,0 maka perhitungan skala Richter tidak tepat atau tidak akurat. Berikut daftar perhitungan skala Richter :

Tabel 2.2 Daftar perhitungan skala richter

NO	Ritcher	Intensitas	Status
1.	2,0	Gempa kecil dan tidak terasa	Kecil
2.	2,0 – 2,9	Gempa tidak dapat dirasakan akan tetapi terekam	Kecil
3.	3,0 – 3,9	Terasa namun tidak dapat menimbulkan kerusakan	Ringan
4.	4,0 – 4,9	Gempa dapat dirasakan dengan ditandai bergetarnya perabotan di ruangan, suara gaduh bergetar. Tingkat kerusakan tidak terlalu signifikan.	Sedang
5.	5,0 – 5,9	Umumnya terjadi kerusakan kecil pada bangunan yang memiliki konstruksi baik.	Kuat
6.	6,0 – 6,9	Dapat menyebabkan kerusakan hingga jarak 160 km.	Kuat
7.	7,0 – 7,9	Menimbulkan kerusakan serius dengan jangkauan kerusakan lebih luas.	Besar
8.	8,0 – 8,9	Dapat mengakibatkan kerusakan serius sampai dengan ratusan mil.	Dasyat
9.	9,0 – 9,9	Terjadi kehancuran hingga ribuan mil.	Dasyat
10.	10,0 – 10,9	Dapat mengakibatkan kehancuran sebuah benua.	Dasyat

2.2.4 Skala magnitudo

Skala Magnitudo diperkenalkan pertama kali oleh Tom Hanks dan Hiroo Kanamori pada tahun 1979 sebagai pengganti dari skala Richter. Skala Magnitudo atau dapat disingkat M menjadi skala gempa bumi paling akurat terutama bagi gempa bumi berskala besar. Pada skala Magnitudo digunakan perhitungan berdasarkan pada sensor frekuensi broad band 0,002-100 Hz. Tidak heran jika skala Magnitudo memiliki keakuratan yang amat tinggi jika dibandingkan dengan skala Richter. Oleh karena itu BMKG telah menggunakan skala Magnitudo sejak tahun 2008, menggantikan skala

Richter (SR). Berikut daftar perhitungan skala Magnitudo :

Tabel 2.3 Daftar perhitungan skala magnitudo

NO	Magnitudo	Intensitas	Status
1.	2,5	umumnya tidak terasa, namun dapat direkam oleh <i>seismograf</i> .	Kecil
2.	2,5 – 5,4	dapat dan sering dirasakan, akan tetapi hanya menyebabkan kerusakan kecil.	Kecil
3.	5,5 – 6,0	dapat menyebabkan kerusakan ringan pada beberapa bangunan dan struktur lainnya.	Ringan
4.	6,1 – 6,9	dapat menimbulkan banyak kerusakan pada daerah berpenduduk padat.	Sedang
5.	7,0 – 7,9	terjadi gempa bumi besar dengan tingkat kerusakan serius.	Kuat
6.	8,0 atau lebih besar	gempa hebat, dapat menghancurkan komunitas yang berada dekat dengan pusat gempa.	Besar

2.2.5 Pasang Surut

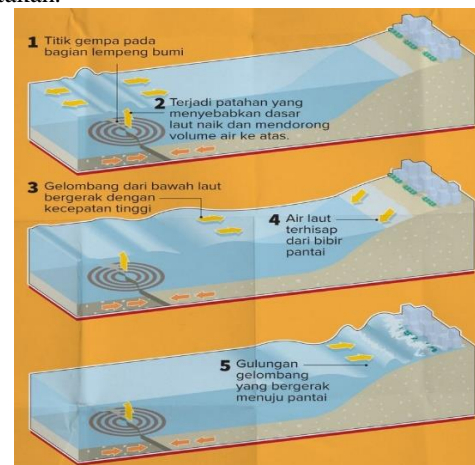
Pasang surut adalah peristiwa naik turunnya tinggi permukaan laut secara periodik yang terjadi di laut baik di area laut dalam maupun di area pantai. Fenomena ini biasanya teramati saat siang dan malam atau pagi dan sore. Nilai ketinggian rata-rata merupakan nilai ketinggian permukaan air laut disaat normal yakni saat tidak sedang terjadi pasang surut. Jika tinggi permukaan air laut berada di atas nilai rata-rata normal disebut pasang, sedangkan saat tinggi permukaan air laut berada di bawah nilai rata-rata disebut surut.

2.2.6 Tsunami

Tsunami adalah perpindahan badan air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara vertikal dengan tiba-tiba. Perubahan permukaan laut tersebut bisa disebabkan oleh gempa bumi yang berpusat di bawah laut, letusan

gunung berapi bawah laut, longsor bawah laut, atau hantaman meteor di laut. Gelombang tsunami dapat merambat ke segala arah. Tsunami adalah jenis bencana yang ditandai dengan frekuensi rendah, tetapi menyebabkan kerusakan besar dan jumlah korban manusia yang luar biasa (Syamsidik & Istiyanto, 2013).

Ada tiga faktor utama yang menjadi penyebab bencana alam tsunami, yaitu: Ada retakan yang terjadi di dasar laut dan diiringi dengan suatu gempa bumi. Retakan yang dimaksud adalah zona planar yang bersifat lemah dan bergerak melalui wilayah kerak bumi. Adanya tanah longsor yang terjadi baik di atas lautan atau di bawah laut, kemudian longsor tersebut menimpa air dengan keras. Adanya aktivitas dari gunung api yang lokasinya dekat dari pantai atau memang terletak di bawah air. Gunung api tersebut bisa terangkat atau mengalami tekanan layaknya pergerakan pada suatu retakan.

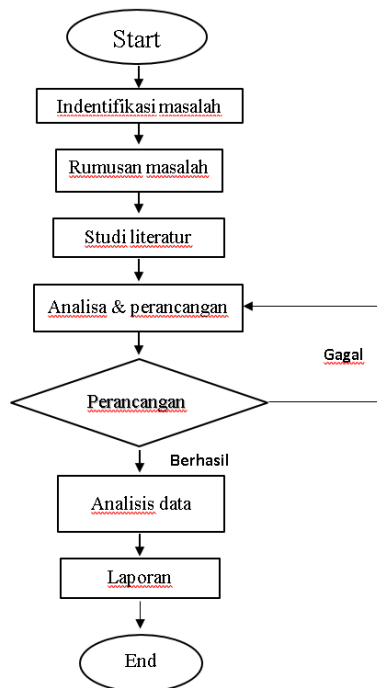


Gambar 2.1 Proses terjadinya tsunami

Sumber : <https://www.amongguru.com/pengertian-tsunami-penyebab-dampak-dan-proses-terjadinya/>

METODELOGI PENELITIAN

metodelogi prototype alat pendeteksi dan peringatan dini bencana gempa dan tsunami berbasis *Internet Of Things* (IoT) dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk merancang prototype alat pendeteksi dan peringatan dini bencana gempa berpotensi tsunami berbasis *Internet Of Things*, Menggunakan mikrokontroler esp8266 dengan sensor Module SW-420 sebagai sensor getar dan funduino sensor level sebagai sensor ketinggian air.

2.1 Alat Dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Dalam proses pembuatan alat tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa alat dan bahan. Berikut ini merupakan alat-alat yang di pergunakan dalam proses pembuatan tugas akhir dapat di lihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Peralatan yang di gunakan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Tang potong	6 inc	1
2.	Cutter	L-500	1
3.	Solder listrik	30 watt	1
4.	Obeng 31 in 1	5x11,5 cm	1
5.	Pasta solder	Ph 7 +/- 0.3	1
6.	Attractor	DS 4	1
7.	Laptop	Ram 8 & hdd 500gb	1
8.	Smartphone	Android 10	1

3.3.2 Bahan Penelitian

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa bahan. Adapun bahan-bahan yang dipergunakan dalam proses pembuatan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Esp8266	Wemos d1 wifi	1
2	Sensor Module SW-420	3.3 V, comparator LM393	1
3	Breadbroad	100-400 lubang	2
4	Kabel Jumper	Male to male, male to female	10
5	Modul LED	R-Y-G 5V	1
6	Adaptor	12 Volt 1 Amper	1
7	Sensor funduino level	3-5V, 16x40mm	1
8	Buzzer	3-24V DC	1
9	Smartphone	Android 10, ram 6	1
10	Aerator	3 watt	1
11	Power bank	10000 Mah	1

4.1 Rancangan Usulan Penelitian

Pada bagian ini menjelaskan tentang perancangan, perakitan dan pengujian sebuah *prototype* berbasis esp8266 dan *software* arduino IDE versi 1.8.12 yang telah selesai dirancang sesuai rancangan yang telah dibuat dalam bagian sebelumnya, dalam hal ini beberapa gambar *layout* hasil dari perakitan dan cara kerja alat yang telah selesai dikerjakan dengan menjelaskan spesifikasi minimum komputer yang diperlukan untuk *upload* dan membuat *source code* serta jenis-jenis alat dan sensor yang dirangkai beserta penjelasannya.

A. Spesifikasi system

Dalam merancang sebuah *prototype* dibutuhkan beberapa perangkat pendukung untuk menunjang pengerjaan dan mempermudah dalam proses *upload* dari Arduino IDE ke ESP8266, perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), harus sesuai dengan spesifikasi dan kapasitas yang dibutuhkan, adapun spesifikasi perangkat tersebut antara lain :

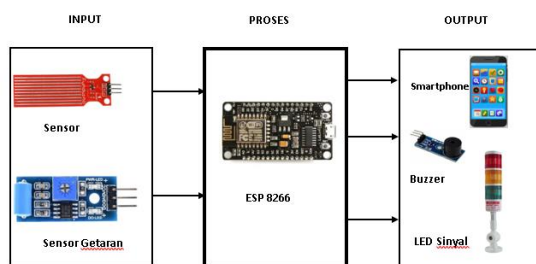
1. Perangkat Keras yang dibutuhkan Laptop Asus X441BA: *processor* core i3, memori 8GB DDR3, harddisk 1TB.
2. Perangkat Lunak, spesifikasi perangkat lunak dan juga versi terbarunya untuk pengembangan sistem ini, ditunjukkan tabel 4.1

Tabel 4.1. Spesifikasi perangkat lunak

Nama Aplikasi	Versi	Keterangan
Arduino IDE	1.8.12	Aplikasi
Windows 10 Pro	64-bit	Operating Sistem

Desain Sistem

Desain sistem dibuat berdasarkan diagram untuk menjelaskan alir diagram dari sistem prototype tersebut. Pembuatan tabel untuk sistem prototype ini.



Gambar 4.1 Blok Diagram Alir Alat

Diagram diatas menjelaskan mengenai proses pengiriman data sensor. *Esp8266* sebagai *mikrokontroler* utama sebagai otak dari semua sistem dan akan menampilkan data dari kedua sensor ke *smartphone*. Kemudian sensor akan memberikan data ke *esp8266* Apabila sensor memberikan nilainya melebihi yang di tentukan maka *output* LED dan *buzzer* akan menyala disertai notifikasi yang akan dikirim melalui email.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum diatas menjelaskan mengenai konsep proses Prototype/ Rancang bangun sistem pendeteksi gempa dan tsunami yang dapat di *monitoring* langsung memalui aplikasi *blinky* Berbasis *internet of things*. Ketika sensor mengirimkan data ke *mikrokontroler* maka akan di tampilkan di aplikasi *blinky*, Apabila data sensor terpenuhi oleh suatu kondisi maka akan mengaktifkan output LED dan *buzzer*.

Pengujian Buzzer

Pengujian *buzzer* dilakukan dengan cara jika terpenuhi suatu kondisi dari data

sensor untuk memicu output *buzzer* aktif Berikut ini adalah hasil dari pengujian *buzzer* tersebut:

Tabel 5.1 Pengujian *Buzzer* modul sensor SW-420

No	Pengujian	Hasil
1.	Ada gempa	<i>Buzzer</i> hidup
2.	Tidak ada gempa	<i>Buzzer</i> Mati

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketika sistem dalam keadaan hidup dan sensor SW-420 mendeteksi getaran atau gempa melebihi angka dua ribu 1000 atau 7,6 magnitudo , maka *buzzer* akan menyala sebagai peringatan tanda bahaya.

Tabel 5.2 Pengujian *Buzzer* modul sensor water level funduino

No	Pengujian	Hasil
1.	Air laut surut	<i>Buzzer</i> hidup
2.	Ketinggian air normal dan pasang	<i>Buzzer</i> Mati

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketika sistem *water level* dalam keadaan hidup dan sensor *water level* mendeteksi ketinggian kurang dari 10 , maka *buzzer* akan menyala sebagai notifikasi tanda bahaya.

Pengujian sensor SW-420

Pengujian sensor SW-420 bertujuan untuk mendeteksi getaran yang di hasilkan oleh aerator berikut :

Tabel 5.3 Pengujian getaran.

No	Getaran	Kekuatan	Status	Intensitas
1.	0 Hz	0 magnitudo	-	-
2.	100 Hz	5,8 magnitudo	Ringan	Dirasakan
3.	250 Hz	6,5 magnitudo	Sedang	Merusak
4.	500 Hz	7,0 magnitudo	Kuat	Sangat merusak
5.	1.000 Hz	7,6 magnitudo	Kuat	Sangat merusak
6.	1.400 Hz	7,8 magnitudo	Kuat	Sangat merusak
7.	2.000 Hz	8,1 magnitudo	Besar	Menghancurkan
8.	3.500 Hz	8,5 magnitudo	Dasyat	Menghancurkan
9.	5.000 Hz	8,8 magnitudo	Dasyat	Menghancurkan
10.	10.000 Hz	9,4 magnitudo	Dasyat	Menghancurkan

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketika sistem sensor getar atau SW-420 dalam keadaan hidup dan sensor SW-420 mendeteksi getaran dengan nilai seribu 1000 maka menghitung magnitudo adalah dengan menggunakan rumus berikut: $m = 2,2 + 1,8 \log a_0$. Dalam rumus ini m adalah magnitudo dan " a_0 " adalah akselerasi dalam

cm/det2, jika $m = 2,2 + 1,8 \log 1000 = 7,6$ M maka berstatus kuat sedangkan jika lebih dari nilai dua ribu 2000 maka $m = 2,2 + 1,8 \log 2000 = 8,1$ M statusnya berubah menjadi dasyat dan *buzzer* akan nyala dan untuk nilai getaran nol 0 statusnya aman.

Pengujian sensor *water level funduino*.

Pengujian sensor *water level funduino* bertujuan untuk mendeteksi ketinggian air oleh sensor berikut :

Tabel 5.4 Pengujian ketinggian air.

No	Ketinggian air	Kondisi	Status LED	Status Buzzer
1.	320	pasang	Merah	Mati
2.	250	normal	Kuning	Mati
3.	100	Surut	Hijau	Mati
4.	<10	Berpotensi tsunami	Hijau	Hidup

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketika sistem sensor *water level* dalam keadaan hidup dan sensor *water level* mendeteksi air dengan nilai tiga ratus tiga puluh 320 atau sama ke atas maka statusnya pasang sedangkan dari nilai dua ratus lima puluh 250 maka statusnya berubah menjadi normal, jika nilainya di bawah 100 maka statusnya surut dan untuk nilai terkahir jika setelah gempa bumi tektonik di bawah laut status ketinggian air di bawah lima puluh 10 maka berpotensi tsunami dan buzzer akan menyala.

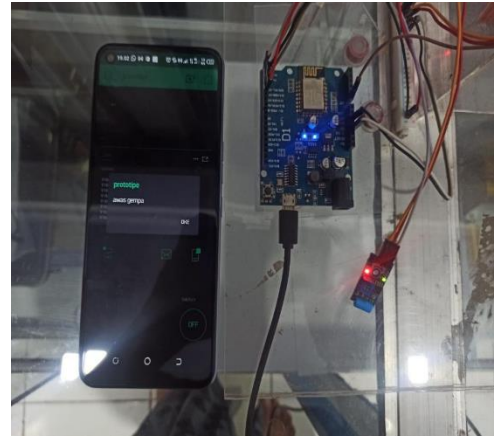
Pengujian jaringan atau *bandwidth*

Pengujian jaringan atau *bandwidth* bertujuan untuk menilai kinerja kecepatan internet yang di hasilkan oleh beberapa operator sebagai berikut:

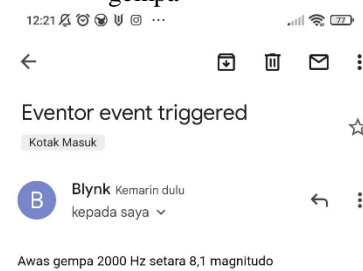
Tabel 5.5 Pengujian Jaringan atau *Bandwidth*.

No	Operator	Bandwidth	Status
1.	XL	8 mbps	terhubung
2.	INDOSAT	7,30 mbps	terhubung
3.	THREE	7,11 mbps	terhubung
4.	TELKOMSEL	1,14 mbps	Tidak terhubung

Dari tabel diatas pengujian jaringan atau bandwidth setiap operator berbeda – beda dalam hal ini dapat di simpulkan operator three 3 lebih unggul dari bebarapa operator lainnya, pengaruh dari *badwidth* sendiri sangatlah penting untuk sensor mengirim data ke *smartphone* yang akan di tampilkan di aplikasi blynk.



Gambar Hasil notifikasi di Smartphone jika terjadi gempa



Gambar Notifikasi yang dikirim ke email

KESIMPULAN

Untuk merancang sistem prototype alat pedeteksi gempa dan tsunami membutuhkan *hardware* esp8266 sebagai *mikrokontroler*, SW-420 sebagai sensor getar, *Funduino water level* sebagai sensor ketinggian air, Modul LED sebagai indikator, *Buzzer* sebagai notifikasi suara atau alarm, Aerator sebagai penggetar tanah, Power bank sebagai cadangan listrik dan untuk *software* yaitu arduino IDE, Blynk dan frittzing.

Untuk sistem dapat berkeja dengan maksimal prototype alat pedeteksi gempa dan stunami dibutuhkan badwidth minimal 7mbps untuk mengirimkan data jika air di level 330 dan gempa di atas 2000 Hz setara dengan 8,1 magnitudo serta dibutuhkan *smartphone* minimal android 10

Simpulan menyajikan ringkasan dari uraian mengenai hasil dan pembahasan, mengacu pada tujuan penelitian. Berdasarkan kedua hal tersebut dikembangkan pokok-pokok pikiran baru yang merupakan esensi dari temuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. 2021. "Data gempa bumi", http://dataonline.bmkg.go.id/data_gempa_bumi, diakses pada 25 desember 2021 pukul 10.00.
- Susanti, Eka, dkk. (2019) "Internet of things untuk deteksi gempa bumi" *Jurnal informatika* Volume 5 nomor 1 hal: 68-73.
- Budi dan Bernadhita. (2019) "Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa Berbasis Internet Of Things" *Jurnal Ibdarmaja* Volume 1 Nomor 1 hal: 264-270.
- Julio, Mia, dan Marlindia. (2018) "Pembangunan Prototype Sistem Monitoring Getaran Gempa menggunakan Sensor Module SW-420" *Jurnal e-Proceeding of Applied Science* Volume 4 Nomor 3 hal: 2055-2068.
- Ni Kadek Diah P., Dewa Made W. dan Widyadi Setiawan "Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Bahaya Tanah Longsor Dengan Sensor Hygrometer Dan Piezoelectric" *Jurnal Spektrum* Volume 5 Nomor 2 hal: 183-190.
- Nuzul dan Arifudin. (2018). "Pembuatan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Accelerometer Berbasis Arduino." *Jurnal Evolusi* Volume 6 Nomor 1 hal: 61-67.
- Muhammad, Novian, dan Rahmat (2019) "Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi Multi Node Sensor Berbasis Fuzzy Dan Komunikasi IoT" Rahmat Yasirandi *Jurnal on Computing* Volume 4 Nomor 2 Hal: 68-70.
- Mutmainah dan Hayaty. (2019) "Sistem kendali dan pemantauan penggunaan listrik berbasis IoT menggunakan Wemos dan aplikasi Blynk" *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer* Volume 7 Nomor 4 hal: 161-165.
- Ramadhan, Ibrahim dan Gina. (2020) "Implementasi Internet Of Things Untuk pemantauan Kondisi Air Hasil Destilasi Otomatis" *Jurnal Electro Luceat* Volume 6 Nomor 2 hal: 1-9.
- Riza, Anung, dan Rohsan. (2019) "Automatic Tsunami Early Warning System Tersinkronisasi Bmkg Dan Pengeras Suara Tempat Ibadah" *Jurnal Edukasi Elektro* Volume 3 Nomor 1 hal: 30-35.
- Santoso, H. (2015). Panduan praktis Arduino untuk pemula. ELANGSAKTI. COM